



II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Mikroorganisme Tanah

Tanah merupakan habitat berbagai macam mikroorganisme. Mikroorganisme adalah kelompok organisme yang memiliki ukuran mikroskopis atau berukuran kecil. Umumnya, jumlah mikroorganisme dalam tanah jauh lebih banyak, jika dibandingkan dengan di udara maupun di dalam air (Tahrin, 2010). Hal ini disebabkan karena di dalam tanah mengandung bahan organik (Anonim, 2009).

Bahan-bahan organik diperlukan mikroorganisme untuk proses metabolisme, di dalam tanah komponen-komponen bahan organik ini merupakan salah satu penyusun tanah selain mineral-mineral organik lainnya. Baik secara langsung maupun tidak langsung komponen-komponen bahan organik diperoleh dari sisa manusia dan hewan, serta jaringan tumbuhan yang dibuang atau dikubur dalam tanah. Setelah beberapa lama, bahan-bahan tersebut akan mengalami penguraian kemudian berubah menjadi komponen organik dan beberapa komponen organik tanah (Irianto, 2006).

Keanekaragaman mikroorganisme tanah merupakan salah satu penentu kesuburan tanah, selain dari sifat kimia tanah itu sendiri, mikroorganisme yang menghuni tanah dapat dikelompokkan menjadi bakteri, aktinomycetes, jamur, alga dan protozoa (Rao, 1994). Mikroorganisme ini secara bersama-sama membentuk kumpulan mikroorganisme yang dapat mencapai jumlah total sampai bermilyar-milyar organisme per gram tanah.

Salah satunya bakteri yang berada di dalam tanah, penyebaran bakteri lebih beragam dari organisme lainnya. Bakteri dapat hidup ditempat yang sebagian organisme lainnya tidak bisa hidup. Dekomposisi bahan organik di dalam tanah tidak terlepas dari aktivitas bakteri tanah. Bakteri perombak merupakan kelompok terbesar yang mengkonsumsi senyawa karbon sederhana, seperti eksudat akar dan sisa tanaman segar. Bakteri mengkonversi energi dalam bahan organik tanah menjadi bentuk yang bermanfaat bagi organisme lainnya (Nurmegawati dkk., 2014). Pada daerah Rizosfer banyak terdapat beragam mikroorganisme yang memiliki jumlah yang berbeda-beda seperti kita lihat pada tabel 2.1.

Tabel 2.1. Perbandingan Jumlah Kelompok Mikroorganisme di Rizosfer (Pelczar & Chan 1988).

Mikroorganisme	Tanah Rizosfer	Tanah Kontrol
Bakteri	1.2×10^9	5.3×10^7
Actinomycetes	4.6×10^7	7.0×10^6
Jamur	1.2×10^6	1.0×10^5
Protozoa	2.4×10^3	1.0×10^3
Alga	5.0×10^3	2.7×10^4
Kelompok Bakteri		
Amonifikasi	5.0×10^8	4.0×10^6
Anaerob penghasil gas	3.9×10^5	3.0×10^4
Anaerob	1.2×10^7	6.0×10^6
Denitrifikasi	1.26×10^8	1.0×10^5
Dekomposisi Selulosa	7×10^5	1.0×10^5
Aerobik		
Dekomposisi Selulosa	9×10^3	3×10^3
Anaerobik		
Pembentuk spora	9.3×10^5	5.75×10^5
Tipe-tipe "radiobakter"	1.7×10^7	1.0×10^4
Azotobakter	$< 10^3$	$< 10^3$

2.1.1 Bakteri

Bakteri merupakan kelompok mikroorganisme dalam tanah yang paling dominan dan mungkin meliputi separuh dari biomassa mikroba dalam tanah. Bakteri terdapat dalam segala macam tipe tanah tetapi populasinya menurun dengan bertambahnya kedalaman tanah.

Menurut Saraswati dkk. (2007), bakteri adalah organisme prokariotik bersel tunggal dengan jumlah kelompok paling banyak dan dijumpai di tiap ekosistem terestrial. Walaupun ukurannya lebih kecil daripada aktinomisetes dan jamur, bakteri memiliki kemampuan metabolik lebih beragam dan memegang peranan penting dalam pembentukan tanah, dekomposisi bahan organik, remediasi tanah-tanah tercemar, transformasi unsur hara, berintegrasi secara mutualistik dengan tanaman dan juga sebagai penyebab penyakit tanaman.

Untuk dapat menggolongkan bakteri tanah dapat dilakukan dengan sistem bergey, menurut bergey ada 5 golongan, yaitu golongan *Eubacteriales*, golongan *Actinomycetes*, golongan *Chlamydothricales*, golongan *Myxobacteriales* dan golongan *Spirochaetales* (Sutedjo dkk., 1991).

Menurut Sari (2010) berdasarkan Perkembangan sel bakteri dibedakan menjadi bakteri eukariot (Perkembangan sel nya sudah sempurna) dan prokariot

(Perkembangan selnya belum sempurna), kondisi beroksigen maupun tidak beroksigen. Sedangkan berdasarkan toleransi terhadap rentang temperatur yang berbeda - beda, maka bakteri dapat dikelompokkan menjadi mesofil (15 sampai 45⁰C), Psikofil (di bawah 20⁰C), dan termofil (45 sampai 65⁰C).

Walaupun demikian bakteri mesofil merupakan sebagian besar bakteri tanah. Selain temperatur, faktor lain yang mempengaruhi populasi mikroorganisme dalam tanah adalah pH, praktik pertanian, pemupukan dan pemakaian pestisida dan penambahan bahan organik. Berdasarkan kemampuan untuk dapat mensintesis sendiri kebutuhan makanannya, maka bakteri dapat dikelompokkan menjadi bakteri autotrof (dapat mensintesis sendiri makanannya) dan bakteri heterotrof (bergantung dari makanan yang sudah terbentuk sebelumnya). Berikut ini adalah beberapa contoh bakteri penting dalam tanah (Handayanto dan Hairiah, 2007).

2.1.2 Morfologi Bakteri

Berdasarkan morfologinya, bakteri dapat dibedakan menjadi basil, kokus, dan spiral sebagai berikut :

a). Basil (batang)

Basil adalah bakteri berbentuk batang dibedakan menjadi monobasil (batang tunggal) contohnya *Escherichia coli* dan *Lactobacillus casei*, diplobasil (batang berkelompok dua-dua) contohnya *Salmonella typhosa*, dan streptobasil (rantai batang) *Azotobacter* dan *Bacillus anthracis* (Siregar dkk., 2008). morfologi bakteri basil dapat dilihat pada Gambar 2.1.



Gambar 2.1. Bakteri berbentuk basil (Siregar dkk., 2008).

b) Kokus (*Coccus*)

Kokus adalah bakteri berbentuk bulat (gambar 2.2) seperti bola dibedakan menjadi monokokus contohnya *Monococcus gonorrhoeae* (penyebab kencing

nanah), diplokokus contohnya *Diploccoccus pneumoniae*, sarcina berbentuk bergerombol membentuk kubus contohnya, *Sarcina* sp, contohnya *Staphylococcus aureus* seperti anggur yang bergerombol, dan streptokokus contohnya *Streptococcus salivarius* seperti rantai (Tim Edukatif HTS, 2013).



Gambar 2.2. Bakteri berbentuk kokus (Siregar dkk., 2008).

c) Spirillum (Spiral atau seperti huruf S)

Spirillum adalah bakteri yang berbentuk spiral dapat dilihat pada (gambar 2.3) terbagi atas koma contohnya *Vibrio cholerae* (penyebab penyakit kolera), spirochaeta (spiral dan berekor) contohnya *Spirochaeta pallidum* (penyakit raja singa/sifilis) (Siregar dkk., 2008).



Gambar 2.3. Bakteri berbentuk Spiral (Siregar dkk., 2008).

2.2 Bakteri Pelarut Fosfat

Bakteri Pelarut phosfat mampu membantu pelarutan P menjadi tersedia karena kemampuannya mengeksresikan sejumlah asam organik seperti asam formiat, asetat, propionate, laktat, fumarat, dan suksinat (Widhianingrum, 2008). Asam-asam organik tersebut akan mengikat Al dan Fe sehingga membebaskan P yang terikat menjadi tersedia (Supriyadi dan Sudadi, 2001).

Selain itu mikroorganisme pelarut P ini akan menghasilkan asam-asam organik yang mampu mengkhelat Al, Fe, Ca, dan Mg. Jumlah BPF di daerah rhizosfer rata-rata 10^6 - 10^7 sel/g tanah, sedang di luar rhizosfer 10^5 sel/g tanah. Hal ini disebabkan daerah rhizosfer merupakan daerah yang kaya komponen

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

State Islamic University of Sulawarbyif Kasim Riau



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

karbon (C) yang dapat digunakan sebagai sumber energi untuk pertumbuhan mikroba tanah dan salah satunya BPF (Widawati dan Suliasih, 2005).

Mekanisme kerja BPF sehingga mampu melarutkan P tanah dan asal pupuk yang diberikan diduga didasarkan pada sistem sekresi bakteri berupa asam organik, meningkatnya asam organik biasanya diikuti dengan pembentukan kelat dari Ca dengan asam organik tersebut sehingga P dapat larut dan P tersedia tanah meningkat (Dewi, 2013).

Mekanisme mikroorganisme dalam melarutkan P tanah yang terikat dan P yang berasal dari alam diduga karena asam-asam organik yang dihasilkan akan bereaksi dengan AlPO_4 , FePO_4 , dan $\text{Ca}(\text{PO}_4)_2$, dari reaksi tersebut terbentuk khelat organik dari Al, Fe, dan Ca sehingga P terbebaskan dan larut serta tersedia untuk tanaman (Rao, 1994).

Menurut Dewi (2013) Reaksi yang terjadi selama proses pelarutan P dari bentuk tidak tersedia adalah reaksi khelasi antara ion logam dalam mineral tanah dengan asam-asam organik. Khelasi adalah reaksi keseimbangan antara ion logam dengan agen pengikat, yang dicirikan dengan terbentuknya lebih dari satu ikatan antara logam tersebut dengan molekul agen pengikat, yang menyebabkan terbentuknya struktur cincin yang mengelilingi logam tersebut. Mekanisme pengikatan Al^{3+} dan Fe^{2+} oleh gugus fungsi dari komponen organik adalah karena adanya satu gugus karboksil dan satu gugus fenolik, atau dua gugus karboksil yang berdekatan bereaksi dengan ion logam. Urutan kemampuan asam organik dalam melarutkan fosfat adalah: asam sitrat > asam oksalat = asam tartrat = asam malat > asam laktat = asam format = asam asetat. Asam organik yang membentuk kompleks yang lebih mantap dengan kation logam akan lebih efektif dalam melepas Ca, Al dan Fe mineral tanah sehingga akan melepas P yang lebih besar. Demikian juga asam aromatik dapat melepas lebih besar dibandingkan asam alifatik. Sedangkan kemudahan fosfat terlepas mengikuti urutan $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2 > \text{AlPO}_4 > \text{FePO}_4$. Berikut reaksi pelarutan P didalam tanah :

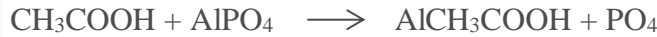


Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

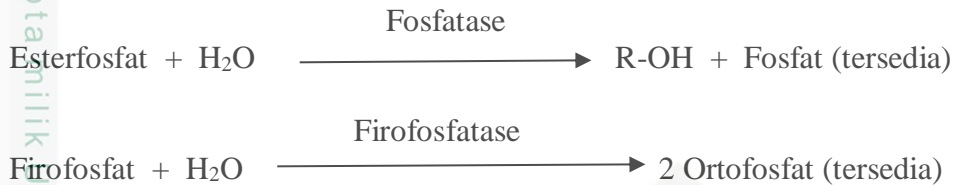
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



Selain itu bakteri dapat mensekresikan berbagai enzim, berikut pelarutan P melalui enzim. Reaksi pelarutan oleh berbagai enzim sebagai berikut :



2.3 Ekosistem Hutan Karet

Karet adalah jenis tanaman dengan pohon berkayu dan bercabang, yang dapat dimanfaatkan pada lahan degradasi atau kritis, dengan ketinggian diatas lima meter dan tajuknya bisa menaungi lahan dengan masa pertumbuhan yang panjang (Asmani, 2012). Hutan karet rakyat adalah hutan yang dimiliki oleh rakyat (Soendjoto dkk., 2008).

Menurut Arifin (2001) hutan adalah suatu asosiasi kehidupan, baik tumbuh-tumbuhan (flora) maupun binatang (fauna) dari yang sederhana sampai yang bertingkat tinggi dan dengan luas yang sedemikian rupa serta mempunyai kerapatan tertentu dan menutupi areal, sehingga dapat membentuk iklim mikro tertentu.

Masa pemberaan lahan memberikan variasi umur pada setiap lahan. Umur lahan memengaruhi proses perubahan alami dan terarah yang teramati dari komposisi vegetasi, yang dikenal dengan istilah suksesi (Barbour *et al.* 1999). Beberapa penelitian menunjukkan bahwa bila masa bera berlangsung cukup lama, maka struktur komunitas dan komposisi vegetasi yang terbentuk bisa mendekati struktur dan komposisi hutan alami. Pada awalnya lahan yang diberakan akan membentuk belukar dan jika terus dibiarkan akan kembali menjadi hutan. Namun, petani seringkali membuka belukar tetapi tidak untuk dijadikan ladang kembali, melainkan untuk dijadikan agroforest, sawah, atau perkebunan (Danielsen *et al.*, 2007)

2.4 Kesuburan tanah

Pertumbuhan dan hasil tanaman sangat tergantung pada seberapa besar kebutuhan optimal akan unsur hara dari komoditas tersebut dapat dipenuhi oleh tanah sebagai media tumbuh. Status kesuburan tanah aktual dapat menjadi dasar dalam menentukan faktor pembatas pertumbuhan tanaman dari aspek kesuburan tanah (Supangat dkk., 2013).

Beberapa organisme tanah mampu meningkatkan kesuburan tanah melalui hasil organisme pelarut fosfat ataupun penambat N-bebas yang hidup bebas ataupun yang hidup bersimbiosis secara mutualistik dengan tanaman, fauna tanah yang hidup dalam tanah dengan menggali lubang dan mencampur tanah dapat memperbaiki aerasi dan kesuburan tanah, kesuburan tanah sangat dipengaruhi oleh adanya bahan organik di dalam tanah tersebut (Subowo., 2010). Bahan organik tanah (BOT) berfungsi penting dalam memperbaiki sifat fisik, kimia, dan biologi tanah-tanah mineral dan kadar BOT mempengaruhi tingkat kesuburan tanah secara langsung.

Pemberian bahan organik tanah perlu mempertimbangkan peranan organisme tanah selain mampu memperbaiki kesuburan tanah juga memperpanjang daur energi/hara didalam tanah dan menghambat pelepasan karbon (emisi karbon) ke udara.

2.5 Pemanfaatan Bakteri Pelarut Phosfat terhadap Tanaman Karet

Menurut Sembiring dkk. (2013) bahwa fosfor (P) merupakan unsur hara esensial makro seperti halnya karbon (C) dan nitrogen (N), tanaman memperoleh Unsur P seluruhnya berasal dari tanah atau dari pemupukan serta hasil dekomposisi dan mineralisasi bahan organik. Kekurangan P dapat menurunkan produksi, hal ini diperkuat oleh penelitian yang dilaporkan oleh Tambunan *et al* (1993) bahwa data produksi selama satu tahun setelah dibuka sadap menunjukkan bahwa dosis pupuk P berpengaruh nyata terhadap kandungan P daun dan produksi. Upaya dalam meningkatkan P telah banyak dilakukan, namun yang terserap hanya 10-30% dari pupuk P yang diaplikasikan. Hal ini terjadi adanya fiksasi P yang tinggi oleh tanah terhadap pupuk yang diberikan sehingga menjadi



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

tidak tersedia terutama pada tanah mineral bereaksi masam, hal ini menyebabkan fosfor tersebut sulit diserap tanaman.

Salah satu alternatif untuk mengatasi rendahnya P-tersedia tanah adalah dengan memanfaatkan mikroba tanah yang hidup bebas dan memiliki kemampuan untuk melarutkan P pupuk maupun P tanah, seperti bakteri pelarut fosfat, adapun Kelompok BPF yang mempunyai kemampuan yang tinggi dalam melarutkan P yang terikat oleh unsur lain (Fe, Al, Ca, dan Mg) adalah *Pseudomonas* sp, *Bacillus* sp, *Bacillus megaterium*, dan *Chrombacterium* sp. (Widawati, 2006).

Pertanaman karet umumnya diusahakan pada tanah yang miskin hara, telah mengalami pelapukan lanjut dan berasal dari bahan induk yang sangat masam, mengandung bahan organik rendah, dan agregasi yang tidak mantap. Sehingga dengan beberapa aplikasi beberapa mikroorganisme pelarut hara dan pemantap agregat pada tanah ultisol (Goenadi, 1995). Kemampuan aktivitas mikroorganisme yang mengubah sifat biologi tanah menjadi lebih baik memberi dampak positif terhadap minimalisir penggunaan pupuk anorganik (Supangat dkk.,2013).